植 物 分 类 与 资 源 学 报 2012, **34** (4): 317~325
Plant Diversity and Resources DOI: 10.3724/SP.J.1143.2012.11152

云贵高原及横断山区莲座蕨科植物地理分布特征及其格局成因初探*

王崇云[1], 杨 斌[1], 和兆荣[2**], 王浩波[2,3]
(1 云南大学生态学与地植物学研究所, 云南 昆明 650091; 2 云南大学生命科学学院, 云南 昆明 650091; 3 大理学院农学与生物科学学院, 云南 大理 671003)

摘要: 依据云南大学植物标本馆蕨类植物标本室 (PYU) 和国内主要标本馆保存的莲座蕨科植物标本, 以及多年来积累的研究资料, 建立该科植物在云南的产地 GIS 数据库。以此为基础, 分析云南莲座蕨科植物空间分布的多样性和特有性, 及其在云贵高原及横断山区的地理分布特征。研究结果如下: ① 云南莲座蕨科植物种类丰富, 分布海拔范围为 100~2 400 m; ② 滇东南是莲座蕨科植物分布的多样性和特有性中心, 其多样性由滇东南向西、北方向递减; ③ 云南有莲座蕨科 2 个属分布, 即莲座蕨属 (*Angiopteris*) 和原始莲座蕨属 (*Archangiopteris*), 其中原始莲座蕨属的物种多样性较低而特有性较高。初步分析了该科植物中 5 个广布种和 1 个高山峡谷种分布格局的成因, 以及 5 个特有种的发生史, 推断广布种的分布格局形成于第四纪冰期之前, 高山峡谷种的分布格局形成于第三纪之后, 而特有种的主要成因可能是自然杂交和边缘效应。

关键词: 莲座蕨科; 莲座蕨属; 原始莲座蕨属; 地理分布特征; 分布格局
中图分类号: Q 948 **文献标识码**: A **文章编号**: 2095-0845(2012)04-317-09

Analysis on the Geographical Distribution Characteristics of Angiopteridaceae and Its Causes in Yungui Plateau and Hengduan Mountains, China

WANG Chong-Yun[1], YANG Bin[1], HE Zhao-Rong[2**], WANG Hao-Bo[2,3]
(1 *Institute of Ecology and Geobotany*, *Yunnan University*, Kunming 650091, China; 2 *School of Life Sciences*, *Yunnan University*, Kunming 650091, China; 3 *College of Agriculture and Biology*, *Dali College*, Dali 671003, China)

Abstract: According to the specimens of the Angiopteridaceae reserved in PYU, PE, KUN, and IBSC, and other published data, a GIS database of Angiopteridaceae had been established to analyse the diversity and endemism of species in Yunnan Province, China. Furthermore, the characteristics of geographical distribution of the Angiopteridaceae in Yungui Plateau and Hengduan Mountains were illustrated. The results were as follows: i. Angiopteridaceae had diverse species and were widely distributed in Yunnan, from alt. 100 m to alt. 2 400 m; ii. Southeastern Yunnan was the center of species diversity and endemic distribution, and species diversity declines from southeast towards west and northwest in Yunnan; iii. Comparing 2 genera of Angiopteridaceae in Yunnan, *Archangiopteris* was relatively lower in species diversity but its endemic level was higher than *Angiopteris*. Next, the causes driving the distribution pattern of 5 wide-spread species and 1 species that growing only in valley habitat, as well as the distribution pattern of 5 endemic species were analysed. As an elementary conclusion was made, the distribution pattern of the wide-dis-

---

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 "中国莲座蕨科系统学研究" (30260011)
** 通讯作者: Author for correspondence; E-mail: zhrhe@ynu.edu.cn
收稿日期: 2011-11-08, 2012-04-13 接受发表
作者简介: 王崇云 (1971-) 男, 博士, 副教授, 研究方向为植物生态学、进化生态学、生物多样性保护等。E-mail: cywang@ynu.edu.cn

tributed species was formed before the Quaternary glaciation, and the pattern of valley species was formed after the Tertiary. Meanwhile, the speciation of endemic species was mainly due to natural hybridization and edge effect.
Key words: Angioteridaceae; *Angiopteris*; *Archangiopteris*; Geographical distribution characteristics; Distributing pattern

莲座蕨科（Angiopteridaceae）植物是一类热带起源的大、中型陆生蕨类植物，分布于全世界热带和亚热带及南太平洋诸群岛（吴兆洪和秦仁昌, 1991; 钱崇澍和陈焕镛, 1959）。该科全世界共3属，中国有莲座蕨属（*Angiopteris*）和原始莲座蕨属（*Archangiopteris*）2个属分布。莲座蕨科植物起源古老，莲座蕨属（*Angiopteris* spp.）植物在中生代就已出现（秦仁昌，1958；Wang，2002；Van Konijnenburg-Van Cittert，2002；蔡飞和徐国士, 2002）。

莲座蕨科植物为蕨类植物系统演化中重要的厚囊蕨类，该类群在古植物进化与系统发育中具有特殊的重要地位。从1796年莲座蕨属模式种 *Angiopteris evecta*（G. Forst.）Hoffm 确立以来，该群植物在属和种一级的分类上长期存在争议及混乱。如 Presl（1845）根据倒行假脉的有无将莲座蕨属分为2个组12种，De Vriese 和 Harting（1853）在 Marattiacées 专著中记载了全世界莲座蕨属植物60种，Hooker 和 Baker（1874）将 De Vriese 和 Harting 的60种全部归并为1种。中国莲座蕨属植物的分类，也长期存在争议及混乱（钱崇澍和陈焕镛, 1959；秦仁昌, 1978a, b；Camus, 1989；朱维明等，2006；Li 和 Lu，2007）。导致莲座蕨属植物分类困难的原因，一方面是该类植物多为大型肉质蕨类植物，标本采集、制作极为困难，造成很多因标本采集不完整、不全面而出现分类错误的情况；另一方面，该属植物不少种类处于急剧分化中，发育过程中形态变异较大，其中很多特征还未固定下来，给分类工作带来了困难。

云南是莲座蕨科植物最主要的分布区之一。据《中国植物志》（第二卷）记载，全国莲座蕨科植物共62种，其中分布云南的32种（钱崇澍和陈焕镛, 1959）；云南大学朱维明教授等经长期研究，现已较全面地解决了我国莲座蕨属分类问题，近年来将原记载分布于中国的60余种莲座蕨归并为约20种，其中现知云南有11个种分布；另外，原始莲座蕨属植物在全国共有11种，云南省境内即有4个种分布（朱维明等, 2006），且多为特有种。经野外实地调查发现，莲座蕨通常生长于原生性较强的植物群落中，可作为原生性植被的指示种，多会随着原生性植被的破坏而消失，其保护现状值得关注和深入研究。个别生境泛化的广布种则常出现在次生性植被及林缘地段，易受人为干扰和破坏。

本文在基于GIS的莲座蕨科植物标本采集空间数据库的基础上，统计分布于云南的莲座蕨科植物，分析其在云贵高原及横断山区的分布特征，并对部分物种发生地史进行初步探讨，以此丰富中国莲座蕨科植物的系统发育与进化研究，为与之相关的分类学、保护生物学等提供资料和实际指导。

1 云南莲座蕨科植物分布区环境概况

1.1 分布区地理位置

云南莲座蕨科植物分布于云南的大部分地州，除滇中及滇西北部分地区外，从滇西北、滇西南、滇南至滇东南都有连续分布，另在滇东北的绥江和威信等地也有局部分布。云南境内的分布区位于约东经97°39′~106°12′，北纬21°09′~29°15′。莲座蕨属的分布范围较广，大致与莲座蕨科相当，原始莲座蕨属分布范围较小，仅见于滇东南文山州全部和红河州河口、屏边、金平、绿春，分布状况见图1。

1.2 分布区气候特征

从地理位置来看，云南地处广袤的亚洲大陆，南临辽阔的印度洋及太平洋，正好处在亚洲3个特色迥异的自然地理区（即南亚季风热带区域、东亚季风亚热带区域和西藏高原区域）的接合部位上。云南以复杂多样的自然地理环境，实现这3大区域相互间的连接和过渡，形成了明显的区域独特性，与邻省、邻国截然不同（陈介, 1983）。因此，云南的季风气候非常明显，冬季盛行干燥大陆西风急流，夏季为海洋季风所控制，从而造成夏半年湿润，四季不分，干湿季明显的气候特点（中国科学院昆明生态研究所和

云南省农业区划委员会办公室，1994）。由于云南独特的地貌形态及复杂的自然条件，形成极其多样的生态和各种复杂的生态系统类型，孕育了极其丰富的植物资源。

1.3 分布区地形地貌特征

从地貌方面，可将云南版图划分为两大部分，元江以西为横断山纵谷，以东属云贵高原。从海拔变化方面，云南地势由西北向东南倾斜，呈三级阶梯式递降。滇东南至滇西南一带属于海拔最低的第三阶梯，在该区域内，由西至东依次有怒江、澜沧江自北向南，以及元江自西北向东南贯穿流过。其中自第二海拔阶梯的滇中高原元江源头起至其在红河州河口出境处，沿河西岸是海拔在 1 500 m 以上的哀牢山系，形成中山峡谷地形，其余地区地势相对较为平缓。

2 云南莲座蕨科的地理分布

2.1 云南莲座蕨科植物的地理分布概况

依据云南大学植物标本馆蕨类植物标本室（PYU）现有莲座蕨科植物标本，以及多年来朱维明教授收集到的中国科学院植物研究所标本馆（PE）、中国科学院昆明植物研究所标本馆（KUN）、中国科学院华南植物园标本馆（IBSC）等标本馆所保存的该属标本、标本照片等资料，运用 Arcview GIS 3.3 建立标本产地空间信息数据库，以县级行政区域为标本产地划分单元，绘制云南莲座蕨科植物分布图（图 1）。并进一步分析云南境内的莲座蕨科 2 属在物种层次上的地理分布特征，其中种的划分依据《云南植物志》第 20 卷（朱维明等，2006）。对莲座蕨科植物地理分布进行归类统计得出表 1。

2.2 物种丰富度和特有性

通过计算物种丰富度和特有性，来研究云南各地（地州级行政区域）莲座蕨科植物的分布特征。

物种丰富度可反映各地的物种多寡及物种分化状况，本研究对云南各地州分布的莲座蕨科物种数量进行统计（表 2），基于 Arcview GIS 3.3 得到物种分布丰富度图（图 2）。

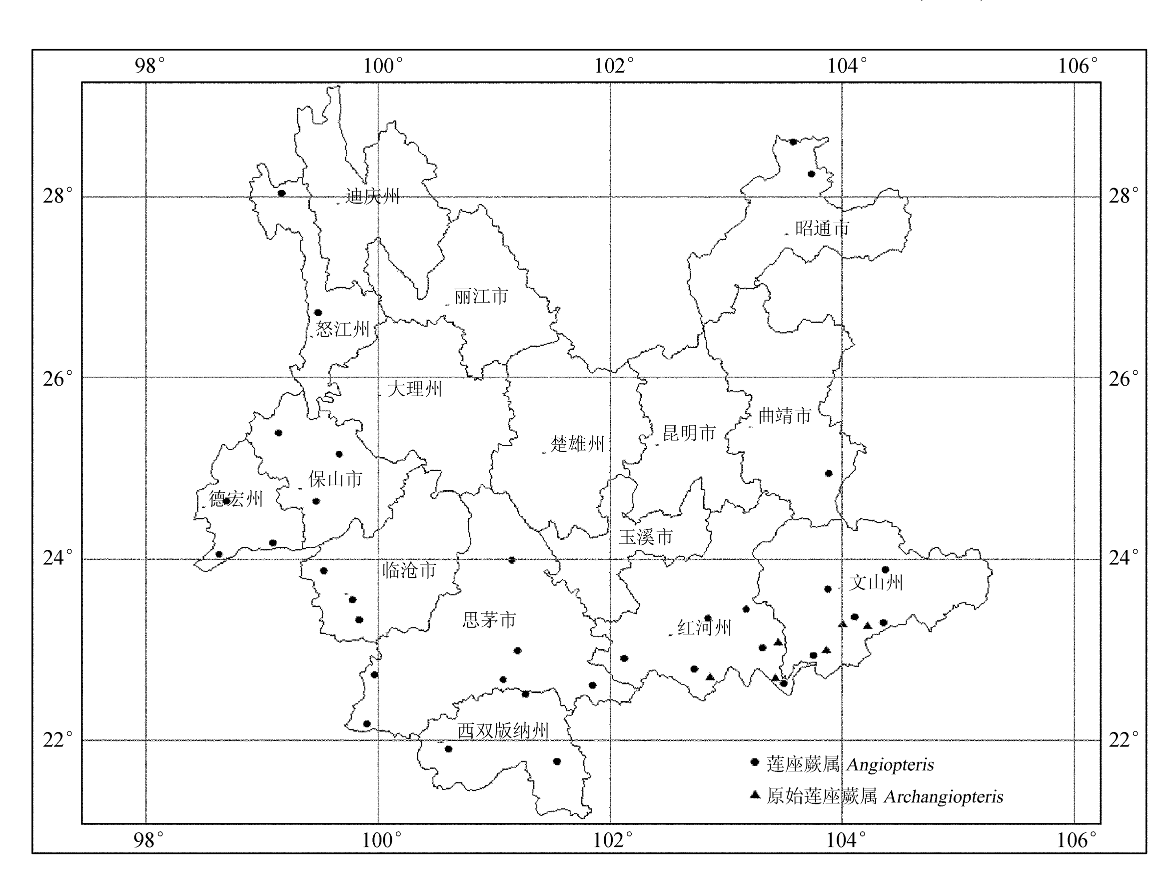


图 1 云南莲座蕨科植物分布示意图

Fig. 1 The distribution map of Angiopteridaceae in Yunnan

表1 国内及云南的莲座蕨科植物分布概况

Table 1 The survey of the geographical distribution of Angiopteridaceae in Yunnan and China

种名 Species	分布范围 Distribution	怒江州 Nujiang	德宏州 Dehong	保山市 Baoshan	临沧市 Lincang	思茅市 Simao	西双版纳州 Xishuangbanna	红河州 Honghe	文山州 Wenshan	曲靖市 Qujing	昭通市 Zhaotong	分布海拔 Altitude/m
披针莲座蕨 *An. caudatiformis*	中国云南、东南亚 Yunnan, SE Asia		√		√	√	√	√	√			200 ~ 1550
密脉莲座蕨 *An. confertinervis*	中国云南、越南 Yunnan, Vietnam							√	√	√		100 ~ 1700
滇越莲座蕨 *An. dianyuecola*	中国云南、越南 Yunnan, Vietnam							√				—
食用莲座蕨 *An. esculenta*	中国云南、西藏 Yunnan, Tibet	√	√	√								1380 ~ 2400
福建莲座蕨 *An. fokiensis*	中国西南、华南、华东、华中 SW, S, E, central of China							√	√	√	√	400 ~ 1600
楔基莲座蕨 *An. helferiana*	中国云南、缅甸 Yunnan, Myranmar		√		√	√	√					600 ~ 1320
河口莲座蕨 *An. hokouensis*	中国云南、越南北部 Yunnan, N Vietnam						√	√	√	√		100 ~ 1300
法斗莲座蕨 *An. sparsisora* *	中国云南 Yunnan								√			1500 ~ 1600
西藏莲座蕨 *An. wallichiana*	中国云南和西藏、尼泊尔 Yunnan, Tibet, Nepal		√									360 ~ 1800
王氏莲座蕨 *An. wangii* *	中国云南 Yunnan							√	√			100 ~ 300
云南莲座蕨 *An. yunnanensis*	中国云南、广西、越南北部 Yunnan, Guangxi, N Vietnam						√	√	√			150 ~ 1350
亨利原始莲座蕨 *Ar. henryi*	中国云南、海南 Yunnan, Hainan							√	√			1100 ~ 1500
河口原始莲座蕨 *Ar. hokouensis* *	中国云南 Yunnan							√				100 ~ 450
圆基原始莲座蕨 *Ar. subrotundata* *	中国云南 Yunnan								√			1500 ~ 1600
二回原始莲座蕨 *Ar. bipinnata* *	中国云南 Yunnan								√			1100 ~ 1300

注:“ * ”表示该种为云南特有;各物种的分布按地州列表,“√”表示出现。

Note: * endemic species in Yunnan; √ occurrences in the prefectures of Yunnan

表 2 云南莲座蕨科在各地州分布的物种丰富度和物种特有度统计

Table 2 The statistics of species diversity and endemic index of Angiopteridaceae in Yunnan

	怒江州 Nujiang	德宏 Dehong	保山市 Baoshan	临沧市 Lincang	思茅市 Simao	西双版纳州 Xishuangbanna	红河州 Honghe	文山州 Wenshan	曲靖市 Qujin	昭通市 Zhaotong
丰富度* Richness*	1/0	4/0	1/0	2/0	2/0	4/0	7/2	7/3	3/0	1/0
特有度 EI	3.33	2.86	3.33	2.00	2.00	2.35	3.46	3.70	2.73	2.50

* "/" 莲座蕨属物种数/原始莲座蕨属物种数。 * *Angiopteris* species number/*Archangiopteris* species number

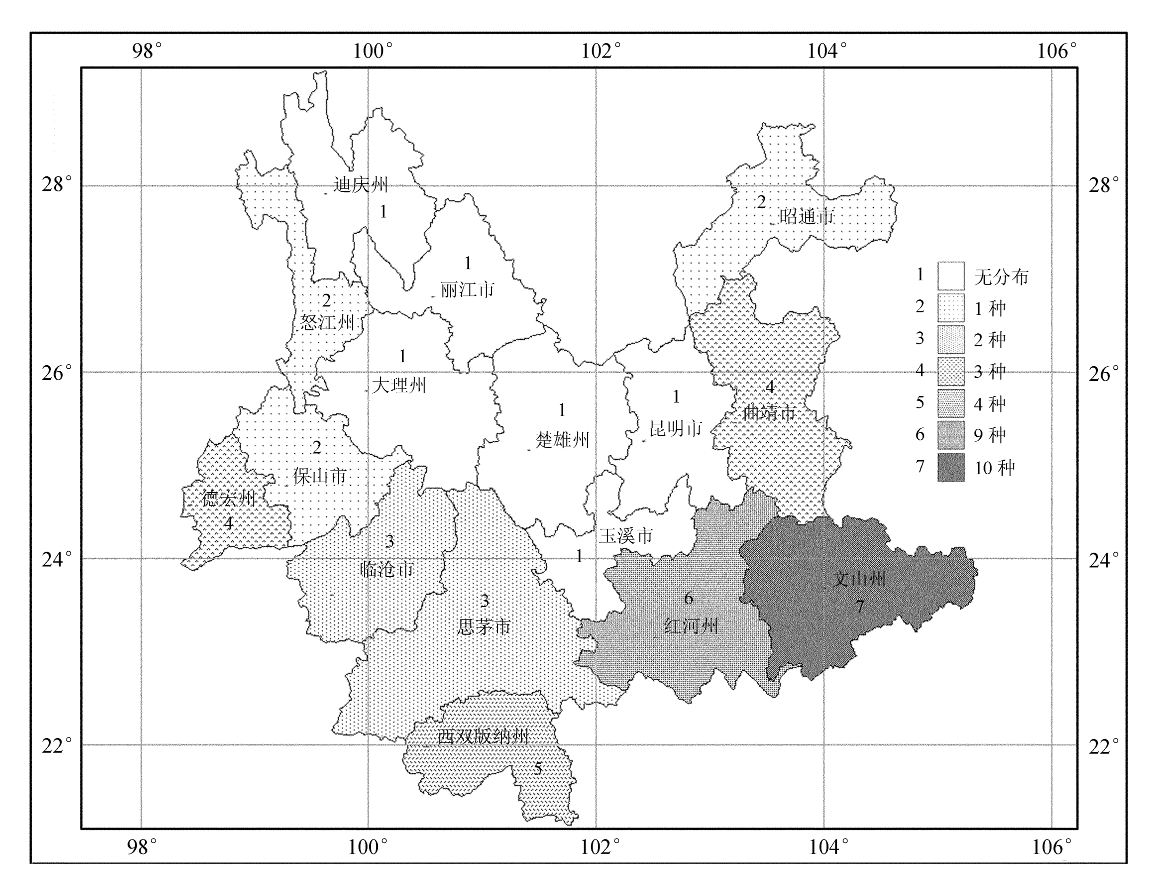


图 2 云南莲座蕨科物种分布丰富度图

Fig. 2 The species diversity map of Angiopteridaceae in Yunnan

特有性主要指植物组成的地区特色。一般而言，反映地区性特征的特有类群越少，其特有性也越低。本文采用特有性指数（Endemic Index, EI）（刘茂松和洪必恭，1998）来衡量莲座蕨科植物在云南各地州分布的特有程度。

定义：设某空间单位有 N 个物种，其中第 i 种在 K_{i-1} 个其它的空间单元中也有分布，则特有性指数为：

$$EI = \left[N \Big/ \sum_{i=1}^{N} Ki\right] \times 10$$

不难证明，$0 \leqslant EI \leqslant 10$。从定义可以看出，*EI* 值越大，种类组成的区域性愈明显。

云南各地州的莲座蕨科物种特有性指数值见表 2。

2.3 地理分布特征分析

（1）通过对莲座蕨科在云南的分布区统计分析可知，水平方向上，物种丰富度最高的依次是文山州和红河州，分别为 10 种和 9 种，西双版纳州次之，有 4 种，其余地州分别有 1～3 种；垂直方向上，该科分布海拔范围大致为 100～2 400 m，

但分布海拔的种间差异较大。莲座蕨科物种特有性最高的也是文山州和红河州（*EI* 分别为 3.70 和3.46），其次是怒江州和保山市（*EI* 均为3.33），以下依次是德宏州、曲靖市、昭通市、西双版纳州、临沧市和思茅市。

（2）云南莲座蕨科植物的分布，总体上表现出从西到东、从北到南的方向上，物种多样性由低到高的变化规律（出现的种数依次增加，物种多样性递增）。滇东南是该科物种在云南的分布中心和特有中心。

在属的层次上，滇东南有莲座蕨属和原始莲座蕨属共 2 属分布，而其余分布区仅有莲座蕨属（表 1）。而在表 2 中，莲座蕨属在云南共有 11 个种分布，其中红河州和文山州均有 7 个种，西双版纳州的丰富度次之，有 4 种；其余地州仅分布有 1～3 种。

同时，依据现有资料，滇东南特有种最多，红河州和文山州的 *EI* 值分别为 3.46 和 3.70（表 2）。这也与表 1 内容相符合：

i）莲座蕨属植物在云南有 2 个特有种，王氏莲座蕨（*An. wangii*）分布于红河州和文山州，法斗莲座蕨（*An. sparsisora*）则仅分布于文山州部分地区。

ii）原始莲座蕨属植物在云南共 4 个种，仅分布于滇东南的红河州和文山州，其中河口莲座蕨（*Ar. hokouensis*）、圆基原始莲座蕨（*Ar. subrotundata*）和二回原始莲座蕨（*Ar. bipinnata*）均为云南特有种。

（3）从表 3 看出，与莲座蕨属相比，原始莲座蕨属在云南的分布范围极其狭窄，仅分布于滇东南的红河州与文山州部分地区，各个种的垂直分布范围也较小（表 1）。另外，该属植物特有性较高，4 个云南分布的种中亨利原始莲座蕨（*Ar. henryi*）在越南北部及中国其他省区有分布，其余 3 种都是云南特有，该属特有种比率为 75%，而莲座蕨属特有种比率仅为 20%。

表 3　云南的莲座蕨科 2 属植物分布特征对比

Table 3　The comparison of distribution characteristics between the 2 genera of Angioterideceae in Yunnan

属名 Genus	属内物种数 Species number	属内特有种比率 Endemic species ratio/%	分布地州数 Distribution prefectures
莲座蕨属 *Angiopteris*	11	20	10
原始莲座蕨属 *Archangiopteris*	4	75	2

相对莲座蕨属而言，原始莲座蕨属具有分布范围狭窄（水平、垂直两个方向）、特有性高的特征。分布范围小说明其生态幅狭窄，所处的生态背景较单一；该属物种数明显少于莲座蕨属，即物种多样性低；特有性高说明可能具有较为特化的适应能力，更适应极端阴湿的生存条件（张芝玉，1973）。

3　物种分布格局及进化成因探讨

3.1　广布种分布格局特点及其成因

莲座蕨属的分布范围较为广泛，结合表1 和《云南植物志》第 20 卷可看出，在云南分布的 11 种莲座蕨属植物中，除了王氏莲座蕨、法斗莲座蕨 2 个种为云南特有，其他种的分布区都较广。密脉莲座蕨、滇越莲座蕨、河口莲座蕨和云南莲座蕨在越南亦有分布；楔基莲座蕨在缅甸也有分布；披针莲座蕨分布于东南亚；食用莲座蕨可分布至我国西藏；另外，福建莲座蕨在华东、华南等 9 省区广为分布，向东分布至日本。

披针莲座蕨和福建莲座蕨的分布范围最广，其生境较为多样，说明生态幅较广。野外观察发现，河口莲座蕨常生长在人工橡胶林、香蕉林下，甚至成为草本层优势种。其中幼苗占大多数，可见种群自然更新良好，间接反映出该种生境特化导致种内分化的可能性。

在上述广布种中，密脉莲座蕨、福建莲座蕨、河口莲座蕨、披针莲座蕨和云南莲座蕨从滇东南到滇南都有分布，其分布区内的红河州与文山州之间有红河、哀牢山系，并一直延伸至越南北部，而这 5 个种在越南北部也均有分布。导致上述种类分布格局形成的原因可能在于：

（1）地质史上第三纪末期印度板块与欧洲板块碰撞，导致青藏高原隆起和横断山脉形成，哀牢山系是横断山脉南段的余脉，其与红河构成的中山峡谷就是源于第三纪末期开始的地质变化。因此上述 5 个物种的从滇东南到滇南的分布格局，可能在第三纪末哀牢山系隆起之前就已经形成。

（2）第四纪全球气候变冷，形成地史上的第四纪冰期，大量植物的分布区南移，而在第四纪

以后全球气候回暖，植物的分布区又北移。上述5个种均是从越南北部到我国滇东南有分布，因此也可能是在第四纪分布于越南北部以南地区，随着后来的气候回暖而北移，形成近代的分布格局。当然，也可能上述物种在冰期保留于山地环境造就的避难所，冰期后发展为现有的分布格局。这需要进一步的研究加以证实。

综上所述，这5个种的形成时期可能在第四纪冰期到来之前。

3.2　高山峡谷种——食用莲座蕨的分布格局

食用莲座蕨的分布格局比较独特，现主要见于怒江、独龙江河谷中，北至西藏东南（墨脱），南至云南德宏州。在云南即分布于滇西—西北亚区，其中在怒江州南北向的狭长地段内，莲座蕨属仅有该种分布，这一地段是典型的高山峡谷地形，峡谷平均深度为2 000 m，怒江东、西岸呈南北走向的碧罗雪山和高黎贡山的岭脊海拔都在3 000 m以上（杨一光，1990）。目前记录到的食用莲座蕨分布最高海拔为2 400 m。另外，从全省范围看，怒江峡谷在同样经度地区的降水量是最高的，而食用莲座蕨在峡谷原始植被的草本层中常成片生长，具有较大的优势度，说明该物种可能已高度适应峡谷特有的气候条件。第四纪以来喜马拉雅强烈抬升形成的高山峡谷（明庆忠，2006），阻隔了食用莲座蕨东西向的现代扩散，使其仅能沿河谷底部呈南北向分布。推测怒江河谷、独龙江河谷和雅鲁藏布江河谷的食用莲座蕨种群遗传分化要高于同一河谷的南北分化，有待进一步研究证实。

第三纪末期印欧板块碰撞之前，独龙江地区与滇东南地区基本上处于相同的纬度上（李恒，1994；李恒等，1999）；同时，这两个地区与滇南（西双版纳）及滇西（铜壁关）相比，二者的植物区系在科和属两个水平层次上有最大的相似性（朱华和阎立春，2003；李嵘和龙春林，1999）。考虑到板块碰撞后独龙江地区北移了4.5个纬度，由此导致独龙江地区由热带北缘发展至暖温带（朱华和阎立春，2003），气候变迁引起植物物种水平上的分化和特化，而现在食用莲座蕨仅分布于滇西—西北亚区，推测该种与滇东南物种之间的分化和形成可能发生于第三纪末期之后。

3.3　云南特有种的形成探讨

莲座蕨科在云南共有5个特有种：王氏莲座蕨和法斗莲座蕨，以及原始莲座蕨属中的河口原始莲座蕨、圆基原始莲座蕨和二回原始莲座蕨，均分布在滇东南文山州全部和红河州河口、屏边、金平、绿春，该区成为本科的云南特有性中心。而对其他类群的相关研究，也说明了该地区是重要的特有性中心（刘茂松和洪必恭，1998；罗艳和周浙昆，2001）。吴征镒（1979）认为滇东南地区属于古热带植物区中马来亚森林植物亚区的北部湾地区，该地区的一个显著特点就是特有现象极明显，地区特有属不下数十个。经分析，自然杂交和边缘效应是莲座蕨科植物特有现象形成的主要原因。

种间自然杂交可形成特化种（张宏达，1997），王氏莲座蕨极可能由此特化形成。该种分布于河口县南溪镇大拉等地和麻栗坡县下金厂乡中寨猴子崖，海拔100～300 m。其在形态上介于河口莲座蕨和云南莲座蕨之间，河口莲座蕨叶柄、叶轴有明显的瘤状突起，叶柄无沟槽；云南莲座蕨叶柄无瘤突，叶柄、叶轴向轴面有深沟槽；王氏莲座蕨叶柄、叶轴上有瘤状突起，叶柄也有沟槽。同时，在河口县南溪镇大拉等地也有河口莲座蕨分布，在麻栗坡县下金厂乡中寨猴子崖有云南莲座蕨分布，因此王氏莲座蕨可能由它们种间杂交特化而来，但其亲缘关系还需进一步验证。王氏莲座蕨在小范围内表现出地理隔离，可能由于其在地史上有较大的分布范围，但随着气候环境变迁，仅在较低海拔的小范围内存留下来。

属间自然杂交可形成特化种（张宏达，1997），法斗莲座蕨就是作为可能的属间杂种发表的新种（秦仁昌和王中仁，1982）。此外，从形态特征推断，二回原始莲座蕨也可能为属间杂种，该种形态特征介于莲座蕨属和原始莲座蕨属之间。莲座蕨属根状茎短而直立，肥大肉质且呈头状，叶为二回羽状；原始莲座蕨属根状茎较长且近直立或斜生，有腹背之分，叶通常为一回羽状（该种除外）；二回原始莲座蕨则是原始莲座蕨属中惟一一个具有二回羽状叶片的物种（钱崇澍和陈焕镛，1959；朱维明等，2006）。该物种在形态上的特殊性，反映出它处在云南莲座蕨科2属间进化关系的特殊位置上。

上述自然杂交形成的特化种与其亲本种、属间的进化关系，与原始莲座蕨属较进化的观点一致（秦仁昌，1958；张芝玉，1973）。

法斗莲座蕨和圆基原始莲座蕨仅分布于西畴县部分地区，前者仅在法斗乡有分布，有记录的海拔范围均为 1 500 ~ 1 600 m。2 个种在水平和垂直方向上的分布范围都很窄，且分布海拔较高。因此，这 2 个种的独立和特化，可与莲座蕨属和原始莲座蕨属植物分布区扩张相联系，受边缘效应影响（张宏达，1997）。此外，圆基原始莲座蕨跨红河、哀牢山系分布于金平和河口两县，其形成时期应在上述地貌构造形成之前。

4 结论

（1）莲座蕨科植物从滇西北、滇西、滇南到滇东南一线连续分布，在滇东北局部也有分布；该科植物分布范围约为 100 ~ 2 400 m，主要位于云南的中低海拔地区。

（2）莲座蕨科在云南共有莲座蕨和原始莲座蕨 2 属，原始莲座蕨属仅分布于滇东南的红河、文山两州的部分地区，且多数为云南特有种；莲座蕨属分布区则与科的分布区相同。云南莲座蕨科 2 个属植物中，原始莲座蕨属的物种数少而特有性较高。

（3）在属和种层次上，滇东南是云南莲座蕨科植物的多样性中心和特有性中心，物种多样性呈从东到西、从南到北依次下降的规律。

（4）莲座蕨科在云南共有 5 个特有种，包括莲座蕨属的 2 种和原始莲座蕨属的 3 种。从特有种形态结构及地理分布特性来看，自然杂交与生境泛化的边缘效应可能是物种特化的 2 个主要原因。

（5）密脉莲座蕨、福建莲座蕨、河口莲座蕨、披针莲座蕨和云南莲座蕨可能在第四纪冰期之前就已经形成相互独立、有稳定性状和遗传基础的物种，食用莲座蕨的分化和形成可能发生在第三纪末期之后。上述推论，还需寻找化石证据及分子生物学方面的进一步研究加以验证。

在对云南莲座蕨科植物地理分布格局的梳理和探讨中，仍有许多文中提及的科学问题需要解答。通过多年的野外调查，我们发现亨利原始莲座蕨、二回原始莲座蕨、法斗莲座蕨、河口原始莲座蕨、圆基莲座蕨已处于濒危或濒临灭绝的状态。仅希望此文起到抛砖引玉之功效，展开对这一类大型古老蕨类的进一步深入研究。

致谢 云南大学朱维明教授提供多年收集的数据和相关研究资料，谨此致谢。

〔参 考 文 献〕

陈介，1983. 云南的植物［M］. 昆明：云南人民出版社

钱崇澍，陈焕镛，1959. 中国植物志（第2卷）［M］. 北京：科学出版社

吴兆洪，秦仁昌，1991. 中国蕨类植物科属志［M］. 北京：科学出版社

杨一光，1990. 云南省综合自然区划［M］. 北京：高等教育出版社

中国科学院昆明生态研究所，云南省农业区划委员会办公室，1994. 云南植被生态景观［M］. 北京：中国林业出版社

朱维明等，2006. 云南植物志（第20卷）［M］. 北京：科学出版社

Cai F（蔡飞），Hus KS（徐国士），2002. Discussion of plant biodiversity and it's characteristics in Taiwan［J］. *Journal in Zhejiang University*（Science Edition）（浙江大学学报（理学版）），**29**（2）：184—189

Camus J，1989. The limits and affinities of marattialean fern genera in China and the West Pacific［A］. In：Shing KH，Kramer KU eds. *Proceedings of the International Symposium on Systematic Pteridology*［M］. Beijing：China Science and Technology Press，31—37

Ching RC（秦仁昌），1958. A revision of the ferns genus *Archangiopteris* Christ & Giesenhangen［J］. *Acta Phytotaxonomica Sinica*（植物分类学报），**7**（3）：201—224

Ching RC（秦仁昌），1978a. The Chinese fern families and genera：systematic arrangement and historical origin［J］. *Acta Phytotaxonomica Sinica*（植物分类学报），**16**（3）：1—19

Ching RC（秦仁昌），1978b. The Chinese fern families and genera：systematic arrangement and historical origin（Cont.）［J］. *Acta Phytotaxonomica Sinica*（植物分类学报），**16**（4）：16—37

Ching RC（秦仁昌），Wang ZR（王中仁），1982. Angiopteris sparsisora Ching，sp. Nov.-a putative bigeneric hybrid［J］. *Acta Phytotaxonomica Sinica*（植物分类学报），**20**（3）：347—350

De Vriese WJ，Harting P，1853. *Monographie des Marattiacées*［M］. Leide，Dusseldorf. Arnz Co

Hooker WJ，Baker JG，1874. *Synopsis Filicum*［M］. London，R. Hardwicke

Li CX，Lu SG，2007. Phylogeny and divergence of Chinese Angiopteridaceae based on chloroplast DNA sequence data（rbcL and trnL-F）［J］. *Chinese Science Bulletin*，**52**（1）：91—97

Li H（李恒），1994. The biological effect to the flora of Dulongjiang caused by the movement of Burman-Malaya Geoblock［J］. *Acta*

Botanica Yunnanica（云南植物研究），**16**（Suppl. VI）：113—120

Li H（李恒），He DM（何大明），Bartholomew B *et al*.，1999. Re-examination of the biological effect of plate movement-impact of Shan-Malay Plate displacement（the movement of Burma-Malaya Geoblock）on the biota of the Gaoligong Mountains［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**21**（4）：407—425

Li R（李嵘），Long CL（龙春林），1999. A phytogeographical study on Araliaceae in Gaoligong Mountains［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**21**（Suppl. XI）：1—15

Liu MS（刘茂松），Hong BG（洪必恭），1998. The distribution of Fagaceae in China and its relationship with climatic and geographic characters［J］. *Acta phytoecologica Sinica*（植物生态学报），**22**（1）：41—50

Luo Y（罗艳），Zhou ZK（周浙昆），2001. Phytogeography of *Quercus* subg. *Cyclobalanopsis*［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**23**（1）：1—16

Ming QZ（明庆忠），2006. A study on the neotectonic division and environment evolution of Qing-Zang Plateau and three parallel rivers area［J］. *Yunnan Geology*（云南地质），**26**（4）：387—396

Presl CB，1845. *Supplementum Tentaminis Pteridograhiae*［M］. Pragae，Haase

Van Konijnenburg-Van Cittert JHA，2002. Ecology of some late triassic to early cretaceous ferns in Eurasia［J］. *Review of Palaeobotany and Palynology*，（119）：113—124

Wang YD，2002. Fern ecological implications from the Lower Jurassic in Western Hubei，China［J］. *Review of Palaeobotany and Palynology*，（119）：125—141

Wu CY（吴征镒），1979. The regionalization of Chinese flora［J］. *Acta Botanica Yunnanica*（云南植物研究），**1**（1）：1—22

Zhang HD（张宏达），1997. Plant endemism and biodiversity［J］. *Ecologic Science*（生态科学），**12**，**16**（2）：9—17

Zhang ZY（张芝玉），1973. The morphology of *Archangiopteris* Christ et Gies. and its relationship with *Angiopteris* Hoffm［J］. *Acta Botanica Sinica*（植物学报），**15**（2）：261—270

Zhu H（朱华），Yan LC（阎立春），2003. Notes on the realities and significances of the 'Tanaka Line' and the 'Ecogeogarphical Diagonal Line' in Yunnan［J］. *Advance in Earth Science*（地球科学进展），**18**（6）：870—876

❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊ ❊